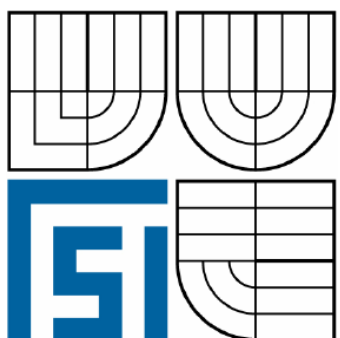


**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**  
**ÚSTAV PROCESNÍHO A EKOLOGICKÉHO**  
**INŽENÝRSTVÍ**

**FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING**  
**INSTITUTE OF PROCESS AND ENVIRONMENTAL**  
**ENGINEERING**

## **REKONSTRUKCE TOPNÉHO SYSTÉMU** **VÍCEPDLAŽNÍHO OBYTNÉHO DOMU**

**RECONSTRUCTION OF HEATING SYSTEM OF APPARTMENT BUILDING**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**  
BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**  
AUTHOR

**LUKÁŠ VOHRALÍK**

**VEDOUCÍ PRÁCE**  
SUPERVISOR

**Ing. VÍTĚZSLAV MÁŠA**

**BRNO 2008**

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav procesního a ekologického inženýrství

Akademický rok: 2007/08

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

student(ka): Vohralík Lukáš

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

### **Rekonstrukce topného systému vícepodlažního obytného domu - II**

v anglickém jazyce:

### **Reconstruction of heating system of apartment building - II**

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Seznámení se s tradičními způsoby distribuce tepla na sídlištích. Zhodnocení situace z hlediska technického řešení topných systémů a regulovatelnosti teploty v bytech. Představení současných realizací ústředního topení u nových bytových jednotek.

Cíle bakalářské práce:

Navrhnout vhodný způsob rekonstrukce zastaralého ústředního topení. Provést rozbor finanční náročnosti dané rekonstrukce a posoudit potenciální úspory na teple a topné vodě v případové studii.

Seznam odborné literatury:

Petráš D., Vytápění rodinných a bytových domů, Jaga, Bratislava, ISBN 8080760209, (2005)

Katalog popisů a směrných cen stavebních prací, Ústřední vytápění, ÚRS, Praha, (2003)

Novák J., Úspory energie v rodinných domech a bytech, Grada, Praha, ISBN 8071692832, (1999)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Vítězslav Máša

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2007/08.

V Brně, dne 23.11.2007

L.S.



prof. Ing. Petr Stehlík, CSc.  
Ředitel ústavu



doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.  
Děkan fakulty

## ABSTRAKT

Cílem mé bakalářské práce bylo zhodnocení možností řešení rekonstrukce vytápění bytových domů. Návrh nového způsobu vytápění se řeší s ohledem na umístění domu, dostupnosti topného media a finanční možnosti vlastníka domu. Důležitou úlohu, která má velký vliv na konečnou efektivitu, hraje důsledná tepelná izolace domu, tj. zejména zateplení fasády a výměna oken.

V souvislosti s neustále rostoucími cenami všech energií je nezbytné využít vhodné regulace navrženého otopného systému. Vždy je nutné mít na paměti i minimalizaci vlivů na životní prostředí v souvislosti s umisťováním nových zdrojů znečišťování, kterými jsou zejména nové kotelny.

## ABSTRACT

The aim of my bachelor text was to design a reconstruction of houses' heating. The design is prepared with regard to a house location, heating medium availability and owner's financial possibilities. Thermal insulation plays the key role in the final result i.e. a facade heat-insulation and exchange of windows.

It is necessary to use a suitable controlling of a designed heating system as the energy prices are increasing. Every time we have to keep in mind minimizing of harmful environment effects that are coming up with a new boiler house's location.

## KLÍČOVÁ SLOVA

Vytápění, topné medium, regulace, otopné systémy, vytápěcí soustavy, zdroj tepla, energetický průkaz budovy, energetická náročnost budovy

## KEYWORDS

Heating, heating medium, regulation, heating systeme, source of heat, energy certificate buldings, energy intensity buldings

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

VOHRALÍK, L. *Rekonstrukce topného systému vícepodlažního obytného domu - II.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008. 28s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Vítězslav Máša.

## ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovával sám, s pomocí vedoucího bakalářské práce, literatury a ostatních materiálů, které mi byly poskytnuty a které jsou uvedeny v závěru práce.

V Brně, dne 22.5. 2008

.....  
Podpis

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji svému vedoucímu práce za vedení, cenné rady a připomínky v průběhu zpracování mé bakalářské práce.

## **OBSAH**

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ABSTRAKT

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

PODĚKOVÁNÍ

OBSAH .....	8
1. ÚVOD .....	9
2. VYTÁPĚNÍ.....	10
2.1 Možnosti vytápění .....	10
2.2 Energetická náročnost budov .....	11
2.2.1 Výpočet energetické náročnosti budov.....	12
2.3 Technologie vytápění .....	13
2.3.1 Lokální zdroj tepla.....	14
2.3.2 Ústřední vytápění.....	14
3. SNIŽOVÁNÍ ENERGETICKÉ SPOTŘEBY PRO BYTOVÝ DŮM .....	16
3.1 Zateplení budovy .....	16
3.2 Výměna oken.....	17
4. TEPLOVODNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY .....	18
4.1 Teplovodní otopná soustava jednotrubková.....	18
4.2 Teplovodní otopná soustava dvoutrubková.....	19
4.3 Tradiční topná tělesa – deskový radiátor.....	19
4.4 Podlahové vytápění .....	20
4.5 Stěnové vytápění .....	21
5. REGULACE VYTÁPĚNÍ.....	22
5.1 Termostatický ventil.....	22
5.2 Individuální řízení vytápění.....	23
5.3 Rozúčtování nákladů na vytápění mezi konečné spotřebitele.....	23
6. PŘÍKLAD SNÍŽENÍ NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ .....	25
7. ZÁVĚR.....	26
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	27



## 1. ÚVOD

V našich klimatických podmínkách potřebujeme vytápět všechny typy domů. Čím je dům lépe izolovaný, tím menší výkon může vytápěcí zařízení mít. Vytápěcí systémy lze dělit podle různých kritérií, základní je však rozdělení podle umístění vytápěcího zařízení a podle používaného zdroje energie.

Vytápění může být lokálními topidly a nebo ústředním vytápěním, kde je jediné topidlo a teplo je do jednotlivých místností rozváděno vhodným médiem, zpravidla to je voda, někdy vzduch.

Topit lze zemním plynem, uhlím, koksem, dálkovým teplem (CZT), dřevem nebo briketami, tepelným čerpadlem. Ekologové i energetičtí experti se shodují v jednom, že s energií musíme hospodařit rozumně a úsporně. Naše republika disponuje omezenými zásobami paliv, při každém spalování vznikají látky zatěžující životní prostředí a ohrožující naše zdraví. Toto zatížení je nutné minimalizovat. Proto je důležitá promyšlená volba vytápění ve vícebytových domech postavená na technicky dokonalém řešení otopné soustavy s účinnou regulací.

Výroba tepla a jeho dodávka může mít různou podobu. Původně bylo teplo vyráběno zpravidla přímo v místě spotřeby. Používaly se lokální topidla a spotřebiče na různé druhy paliv, později se začaly užívat etážové nebo centrální zdroje v domě, v poslední době se začínají využívat i tzv. netradiční zdroje tepla. Zatímco tento způsob výroby tepla zůstal a zůstává převážně zachován při výstavbě rodinných domků, v bytových domech byla nastoupena cesta jiná.

V době nedávno minulé, kdy potřeba bytů byla řešena hromadnou panelovou výstavbou, která nerespektovala individuální potřeby obyvatel, byla dodávka tepla a teplé vody zajišťována z velkých tepláren výtopen, popřípadě se v některých lokalitách používalo odpadní teplo z elektrárny. Tento druh vytápění je z hlediska uživatele velmi pohodlný, minimalizuje se při něm lokální znečištění, je však poměrně drahý. Z hlediska energetického je důležité, že společně s výrobou tepla se v teplárnách vyrábí i elektřina, teplo z teplárny je v podstatě odpadní produkt.

V současné době, a to zejména v souvislosti s rostoucími cenami plynu a elektřiny i dálkově dodávaného tepla, si obyvatelé bytů v bytových domech uvědomují, jak málo mohou sami ovlivnit nejen svoji tepelnou pohodu, ale také náklady spojené s dodávkou tepla.

Proto je snaha projektantů a investorů budovat nové, případně rekonstruovat stávající domy jako stavby energeticky úsporné, tj. stavby se sníženou energetickou náročností. Energeticky úsporné domy jsou postaveny především na faktu, že svým konstrukčním řešením přímo snižují náklady na vytápění. Stavby jsou doplněny o tepelné izolace obvodových stěn, používají se okna s lepšími izolačními vlastnostmi apod. Všichni vlastníci bytových domů jsou rovněž povinni, v souladu se zákonem č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, provést vyregulování otopných soustav.

Mojí snahou v předkládané práci je

- Seznámení se způsoby vytápění, zateplení budovy, s technickým řešením otopných těles a systémy regulace teploty v bytech.
- Vytipovat vhodný způsob vytápění bytového domu jak z hlediska vhodnosti zdroje tepla, tak z hlediska investičních a provozních nákladů.

## 2. VYTÁPĚNÍ

### 2.1 Možnosti vytápění

Vhodný způsob vytápění se odvíjí od možností a dostupnosti zdroje. Každý způsob má své výhody i nevýhody.

Nejdostupnější je energie *elektrická*, která se dá snadno rozvádět do jednotlivých místností a velmi snadno se přemění na teplo. Zásadní nevýhodou elektřiny je její relativně vysoká cena. Topení elektřinou by tedy mělo být vyhrazeno jen pro ty domy, které mají malé tepelné ztráty nebo kde nelze použít jiný výhodnější zdroj energie.

*Zemní plyn* je v současné době velmi oblíbený zdroj energie pro vytápění a vzhledem k rozsáhlé plynofikaci v nedávné minulosti je dostupný prakticky ve všech větších městech i v mnoha vesnicích. Výhodou zemního plynu je dobrá účinnost spalování, snadná regulace výkonu a minimální produkce škodlivých emisí. Teplo ze zemního plynu je i levnější. Prakticky všechny spotřebiče na zemní plyn se tam, kde není k dispozici rozvod zemního plynu, dají použít i na zkapalněný propan nebo směs propan-butan, pokud se vymění trysky a hořák. Základní nevýhodou propanu a butanu je podstatně vyšší cena a nutnost používat tlakovou zásobní nádrž.

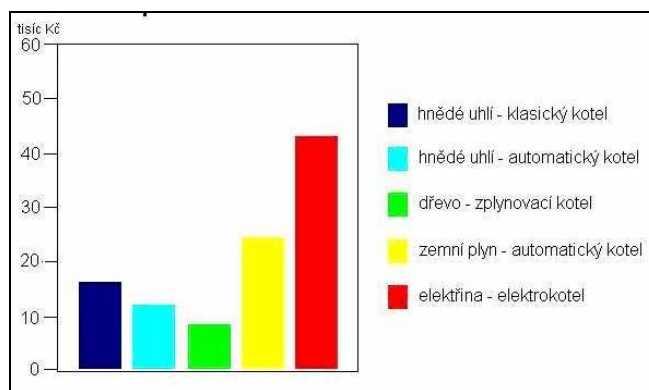
*Vytápění topným olejem* - k vytápění se používají různé ropné frakce (těžký topný olej, lehký topný olej, extra lehký topný olej), extra lehký topný olej je určen zejména pro použití ve zvláště ekologicky zatížených a chráněných krajinných oblastech.

*Vytápění uhlím nebo koksem* bylo v minulosti převažujícím způsobem vytápění. Hnědé uhlí je v současné době nejlevnějším palivem, z hlediska účinnosti, komfortu vytápění a znečištění ovzduší je to ale nejhorší možný zdroj tepla.

Při *vytápění dálkovým teplem* je teplo pro vytápění odebíráno z výtopny nebo teplárny. Ve výtopnách a teplárnách je palivem nejčastěji uhlí, v současné době je, z hlediska ochrany životního prostředí, nejlepším způsobem spalování biomasy, tj. kusové dřevo, dřevní odpad, piliny, sláma apod.

Pro účely vytápění v bytových domech však přichází v úvahu prakticky jen kusové dřevo a brikety nebo paletky lisované z dřevního odpadu. Základní výhodou biomasy je, že jde o obnovitelný zdroj energie s minimálními negativními účinky na životní prostředí.

Z uvedeného přehledu je zřejmé, že problematika vytápění bytových domů, které zajišťují bydlení pro velký počet obyvatel v naší republice, se neustále vyvíjí jak s ohledem na stále větší potřebu hospodaření se stávajícími zdroji energie, tak potřebu hledání zdrojů nových a v neposlední řadě i s ohledem na ochranu životního prostředí. V úvahu je nutno brát i provozní náklady (pro srovnání jsou uvedeny na obr. 2.1)



Obr. 2.1 Srovnání provozních nákladů jednotlivých druhů vytápění za jeden rok [15]

## 2.2 Energetická náročnost budov

V této kapitole bych rád blíže popsal problematiku Energetické náročnosti budov (dále jen ENB). Jde o stanovení výpočtu celkové dodané energie na vytápění, která musí být vypočítána u každé budovy. Jedná se o požadavek vyplývající ze zákona č. 148/2007 Sb. Důvodem je snižování spotřeby tepla na vytápění, které v současnosti zaujímá největší procentuální část energetických bilancí bytových i rodinných domů. Tento druh energie lze do velké míry ovlivnit při projektování nového domu i při rekonstrukci stávající budovy. Tomuto tématu se věnuje několik článků např. [1], [6], [7].

Snižováním energetické náročnosti budov, s ohledem na vnější klimatické podmínky a koncepční řešení budovy, se zabývá směrnice ENB.

Základním principem hodnocení budovy podle ENB je celková bilance spotřebované a dodané energie budovy. Celkovou roční dodanou energii rozumíme součet všech jednotlivých množství energie dodané do budovy a to i s obnovitelnými zdroji energie.

*Při výpočtu je nutné uvažovat tyto parametry:*

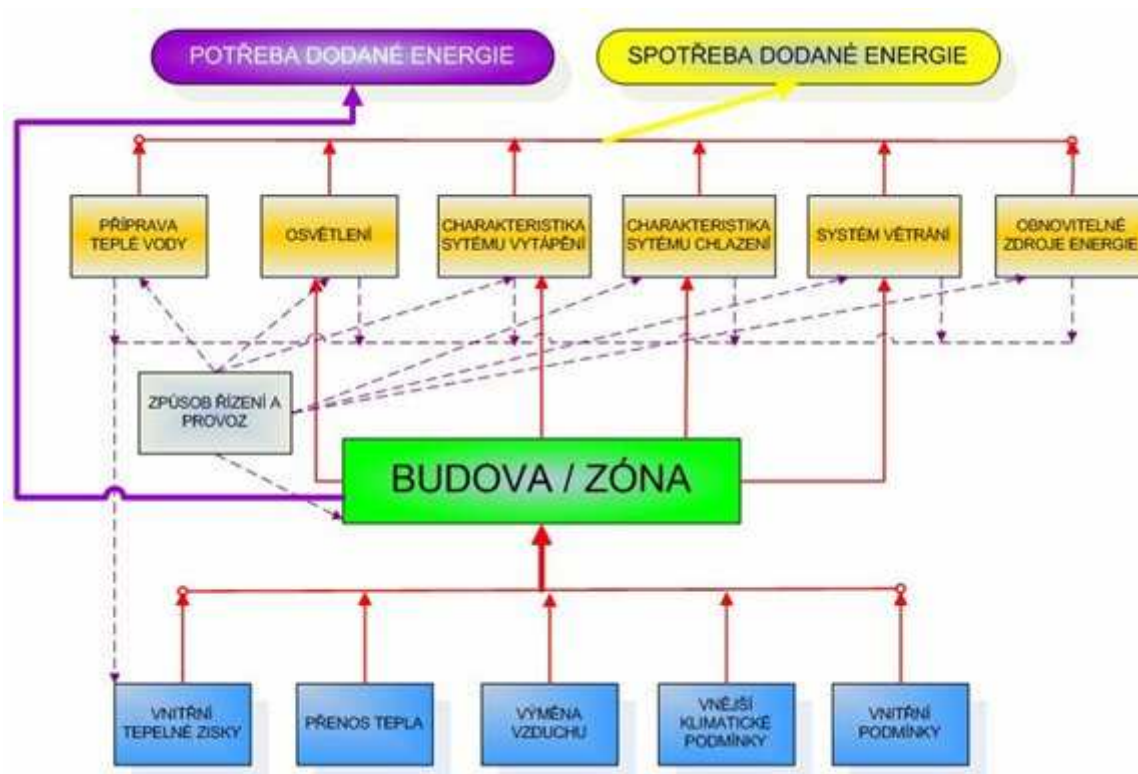
- klimatické podmínky v lokalitě budovy;
- požadavky na vlastnosti a parametry vnitřního prostředí budovy podle druhu normového užití celé budovy nebo jejích částí;
- tepelně technické a světelně technické vlastnosti budovy;
- rozdělení budovy do zón s rozdílnými nároky na vnitřní prostředí (vytápění nebo větrání, chlazení, klimatizace) a jejich vzájemné ovlivňování ;
- ztráty energie v jednotlivých energetických systémech budovy a jejich částečné zpětné využití ve stejném nebo jiném energetickém systému;
- spotřeba pomocné energie;
- vnitřní tepelné zisky;
- tepelné zisky z vnějšího prostředí (solární tepelné zisky);

## 2.2.1 Výpočet energetické náročnosti budov

Rozlišují se dva způsoby výpočtu – bilanční a operativní hodnocení :

- **bilanční hodnocení** – výpočet energie se provádí přes určitý časový interval (většinou měsíc), který se porovná s tzv. referenční budovou. ENB se určí výpočtovou metodou z návrhových veličin
- **operativní hodnocení** – výpočet energie je proveden ze stávajících spotřeb a poté porovnán s tzv. referenční budovou

Na obr. 2.2 je znázorněn princip postupu výpočtu ENB



Obr. 2.2 Princip postupu výpočtu ENB [7]

Porovnáváme-li různé budovy podle ENB, je potřeba mít stejné okrajové podmínky. Proto možnost srovnání budov stejného typu za stejných podmínek je závislá na okrajových podmínkách, které jsou:

- určení vnějších klimatických podmínek, vymezení budovy z hlediska lokality a okolní zástavby
- pro budovu jsou stanoveny předpokládané podmínky užívání, podmínky vnitřního a venkovního prostředí a hygienické standardy (např. osvětlení, teplota, větrání, atd.)

Budovu nelze považovat za jeden celek, ale budova je rozdělena na tzv. zóny. Každá zóna se liší svojí funkcí, vnitřními podmínkami a má specifickou spotřebu energie. Součtem energií v zónách se stanoví celková dodaná energie.

Princip hodnocení se provádí porovnáním vypočítaného údaje s údajem referenčním na základě celkové dodané energie. Referenční hodnotou, podle které se konkrétní budova hodnotí (její zařazení), je měrná potřeba tepla na vytápění (uvádí se v kWh/m<sup>2</sup>).

Referenční údaj se stanoví na základě tzv. referenční budovy, podle které se celý výpočet posuzuje. Referenční budova je totožná s budovou posuzovanou (stejná dispozice, rozloha, stejné instalované technické zařízení budov), ale konstrukce obvodového pláště a technická zařízení budov na vytápění, chlazení, klimatizaci, ohřev teplé vody a větrání instalovaná v referenční budově vyjadřují požadavky dané technickými normativy.

Budova je zařazena do skupiny energetické náročnosti (viz. tab. 1), pomocí celkové měrné energie, kterou do budovy dodáváme. Tato energie zahrnuje celkovou potřebu energie, ale také pomocnou energii, která je spotřebovávána systémy zajišťující krytí této potřeby.

	<b>A</b> velmi úsporná	<b>B</b> úsporná	<b>C</b> vyhovující	<b>D</b> nevyhovující	<b>E</b> neúsporná	<b>F</b> velmi neúsporná	<b>G</b> mimořádně neúsporná
Rodinný dům	< 51	51 - 97	98 - 142	143 - 191	192 - 240	241 - 286	> 286
Bytový dům	< 43	43 - 82	83 - 120	121 - 162	163 - 205	206 - 245	> 245
Hotel	< 102	102 -	201 - 294	295 - 389	390 - 488	489 - 590	> 590
Administrativní	< 62	62 -	124 - 179	180 - 236	237 - 293	294 - 345	> 345
Nemocnice	< 109	109 -	211 - 310	311 - 415	416 - 520	521 - 625	> 625
Vzdělávací	< 47	47 - 89	90 - 130	131 - 174	175 - 220	221 - 265	> 265
Sportovní	< 53	53 -	103 - 145	146 - 194	195 - 245	246 - 297	> 297
Obchodní	< 67	67 -	122-183	184 - 241	242 - 300	301 - 362	> 362

Tab. 1 – Klasifikační třídy EN hodnocení energetické náročnosti budovy podle vyhlášky 148/2007 Sb.

Podle stávající platné vyhlášky by měla budova spadat do třídy A až C, další třídy jsou nevyhovující. Ve třídě C jsou pro vyjmenované budovy hodnoty referenční.

Pokud budova nespadá do žádné kategorie z typů budov, (které jsou uvedeny v 1. sloupci tabulky), musí se zařadit podle indikátoru CI podle evropské normy EN 15 217.

## 2.3 Technologie vytápění

Tato kapitola je čerpána z literatury [2].

V současné době se používají dva druhy technologie vytápění, lokální zdroj tepla a ústřední vytápění. Lokální zdroje tepla jsou spíše menších výkonů a používají se při vytápění jedné až dvou místností, proto se tento způsob nepoužívá při řešení vytápění větších objektů.

Mezi lokální topidla patří i krby, které jsou v poslední době stále populárnější, které jsou však spíše využívány jako doplňkový zdroj tepla. Častějším i vhodnějším vytápěním je vytápění ústřední, protože zdroj tepla (např. kotel) je umístěn mimo vytápěný prostor a vhodnou regulací můžeme snížit náklady na minimum.

### 2.3.1 Lokální zdroj tepla

Zdroj tepla je umístěn přímo ve vytápěném prostoru. Nejčastější jsou **to** kamna na tuhá nebo plynná paliva, ale poslední dobou se používá především elektrické vytápění (přímotopy a klimatizační jednotky)

#### *a) Kotel na tuhá paliva menších výkonů (obr. 2.4)*

Zajišťuje ústřední vytápění s menším výkonem. Jako palivo se nejčastěji používá černé uhlí nebo dřevo. Tento způsob vytápění se používá především na vesnicích nebo menších městech, kde není zaveden plyn nebo centrální zásobování teplem. Dnes se tento druh vytápění snažíme eliminovat hlavně z ekologických důvodů. Dále je tento způsob náročný na obsluhu a obtížnou regulaci.

#### *b) Elektrický kotel*

Jedná se o kotel s nejjednodušším provozem a regulací. Je investičně nejlevnější, ale díky rostoucí ceně elektřiny má poměrně drahý provoz. Kotel pracuje na principu zahřívání odporových topných tyčí (u přímotopů jde o spirály z drátu obr. 2.3) pomocí elektrického proudu.



Obr.2.3 elektrický kotel [19]

### 2.3.2 Ústřední vytápění

Zdroj tepla je umístěn mimo vytápěný prostor a teplo je rozváděno pomocí spotřebitelské soustavy dále do bytu.

#### *a) Systém centrálního zásobování teplem (CZT)*

Teplo je do domu **dodáváno** z centrálního zdroje (teplárna, výtopna, ...) pomocí teplovodní sítě a poté přes předávací stanici do spotřebitelské soustavy.

U tohoto systému nemá uživatel možnost přímé regulace topného média a musí pracovat s tlakem a teplotou dané dodavatelem.



### *b) Kotel na kapalná paliva*

Používají se dva druhy kotlů.

- na *lehký topný olej* (topná nafta). Tento typ se spíše používá u rodinných domků nebo v menších kotelnách, ale zejména tam, kde není dostupný zemní plyn. Výhodou těchto kotlů je snadná obsluha a regulace.
- na *těžký topný olej* (mazut). Spalování mazutu je složitější na provoz, proto se používá u větších kotelnách nebo výtopnách. Také doprava a skladování mazutu je podstatně složitější.

Tyto typy kotlů produkují do ovzduší poměrně velký obsah oxidů síry ve spalinách. A díky přísnějším emisním a imisním limitům jsou tyto kotle na ústupu a používají se spíše kotle na plyn.

### *c) Plynové kotle*

Plynový kotel je v současné době nejpoužívanějším tepelným zdrojem. Palivem je zemní plyn. Tam, kde není zemní plyn zaveden, se používá zkapalněný propan-butan. Výhodou kotle je snadná obsluha a regulace. Emise znečišťujících látek u tohoto kotle jsou menší než u jiných kotlů. Nevýhodou může být bezpečnost vzhledem k poměrně velké výbušnosti plynu se vzduchem.

### *d) kotle na tuhá paliva s vyšším výkonem*



Obr.2.4 kotel na tuhá paliva DAKON [20]

### *e) Alternativní zdroje*

- tepelná čerpadla – pracují na principu termodynamického oběhu. Principem je, že tepelná energie se předává z okolního prostředí (půda, vzduch a voda). Dále jde do výměníku tepla. Do otopného procesu se předává z vysokotlakové části. Aby se mohla vůbec převést nižší energii na vyšší musí být do systému dodána pohonná elektrická energie.  
Tepelná čerpadla se dají použít i jako klimatizace, proto jsou v poslední době stále více žádaná. Nevýhodou je vysoká pořizovací cena, ale při stále rostoucí ceně za tuhá a plynná paliva je návratnost stále kratší.
- solární kolektory – tento způsob topení se v našich zeměpisných šířkách nevyužívá, ale můžeme se s ním setkat jako doplňkový zdroj pro ohřev užitkové vody.

### 3. SNIŽOVÁNÍ ENERGETICKÉ SPOTŘEBY PRO BYTOVÝ DŮM

Snižování energetické náročnosti budovy je třeba řešit komplexně. Řešení zahrnuje jak účinné zateplení budovy, výměnu oken a dveří, ale také výběr vhodného tepelného zdroje a v neposlední řadě je výběr a realizace účinné regulace vytápění.

Touto problematikou se zabývá podrobněji věnuje kapitola (5). Následující informace jsou čerpány z [1].

#### 3.1 Zateplení budovy

Jedním ze základních způsobů jak snížit a tím i ušetřit energii je zateplení budovy. Mnoho budov postavených podle starých norem, které platily ještě donedávna, má nedostatečné zateplení, což způsobuje velké tepelné ztráty.

Používají se dva způsoby zateplení – vnitřní a vnější. Více preferovaný je *vnější*, který podstatně zvýší tepelný odpor stěn, dále se zlepší akumulární vlastnosti zdiva a zamezí kondenzaci vodních par na stěnách a zlepší odolnost vůči povětrnostním podmínkám.

V praxi se používají 4 vnější způsoby zateplování:

- kontaktní zateplovací systém
- odvětrávaný zateplovací systém
- vrstvené (sendvičové) zdivo
- tepelněizolační omítka (termoomítka)

Nejpoužívanější je kontaktní zateplovací systém, u kterého se zachová původní ráz fasády a plochy jsou kompletně zatepleny bez tepelných mostů. Dalším faktorem dobré izolace je správná volba materiálu, který by měl obsahovat co nejvíce vzduchu a co nejméně vody. V současné době se nejvíce používá pěnový polyuretan.

Důležitou částí budovy, která se musí zateplit je střecha, na zateplení střech se používá izolace z minerálních nebo skelných vláken.

*Vnitřní izolace* – volba této izolace se používá tam, kde z nějakého důvodu nemůžeme použít izolaci vnější. Například, když se nesmí změnit vnější ráz fasády. Její užití se preferuje u místností, které nejsou trvale vytápěny. U těchto místností se dosahuje minimální spotřeby tepelné energie. Jako izolační materiál je možno použít tzv. STYROFOAM™ desky, vyráběné z extrudovaného polystyrénu s buněčnou strukturou. [17]

Desky vyrobené z tohoto materiálu mají tyto vlastnosti:

- vysoký a trvalý tepelný odpor
- minimální nasákavost
- vysoká odolnost proti cyklům mraz/tání
- nízká propustnost vodních par



S vnitřní izolací se zbavíme akumulační schopnosti původního zdiva, také je velká pravděpodobnost kondenzace vodní páry a tím i možnost výskytu plísní.

### 3.2 Výměna oken

U starších oken často dochází k vysokým tepelným ztrátám, způsobeným netěsností oken mezi rámem okna a okenním křídlem. Proto je výměna stávajících oken jednou z nejdůležitějších součástí rekonstrukce budovy. Ale je to také jeden z největších investičních nákladů s poměrně dlouhou návratností.

V dnešní době se často používají tzv. eurookna (konstrukce je znázorněna na obr. 3.1). Jsou to dřevěná okna, která splňují vysoké nároky zákazníka s přiměřenou cenou. Teploizolační vlastnosti dřeva zabraňují pronikání vzduchu okenním rámem a tím nenastává orosení.



Obr. 3.1 Konstrukce eurookna [14]

Dalším typem jsou okna plastová. Liší se termickou schopností, hloubkou, tvarem okapnice, možností tvarovat okno, počtem těsnění a podobně. Plastová okna jsou vyráběna z tvrdých profilů PVC.

Při rozhodování mezi dřevěnými nebo plastovými okny záleží spíše na osobním vkusu než na volbě výrobních surovin.

## 4. TEPLOVODNÍ OTOPNÉ SOUSTAVY

Nejrozšířenějším typem ústředního vytápění je tzv. teplovodní, kde teplonosným médiem je voda o teplotě 80°C. Voda umožňuje přenášet velké množství tepelné energie a to díky své vyšší tepelné kapacitě oproti např. vzduchu.

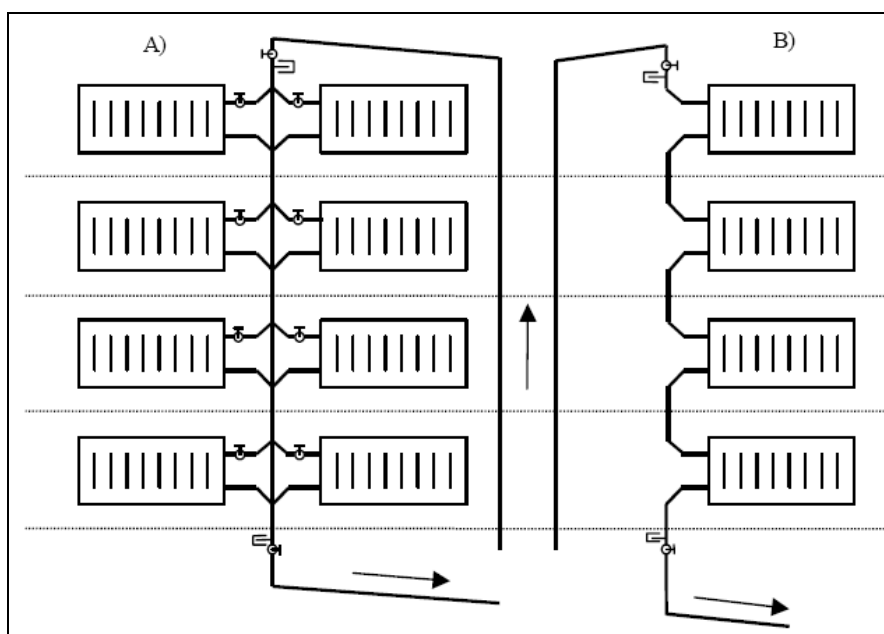
### 4.1 Teplovodní otopná soustava jednotrubková

Jsou dva systémy montážního provedení:

- horizontální – otopná tělesa jsou k sobě připojována na vodorovné potrubí v každém podlaží
- vertikální – otopná tělesa jsou k sobě napojována v každém podlaží na svislé potrubí

U tohoto typu otopné soustavy je hlavní nevýhodou její regulace, protože manipulace s ventilem v horních patrech má vliv na vstupní teplotu níže položených těles. Tento způsob je zastaralý a díky špatné regulaci a neefektivnímu vytápění se prakticky již nepoužívá.

Otopný systém jednotrubkový se zkratem (obr. 4.1) se používá pro vytápění výškových domů nebo pro průmyslové budovy. [2]



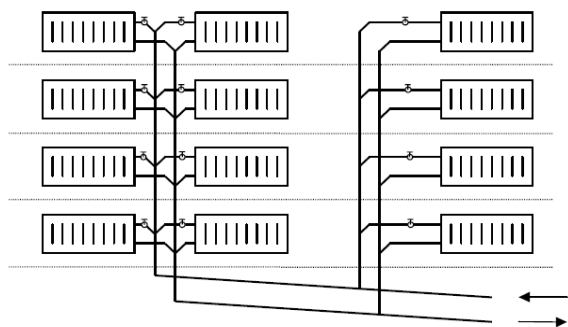
Obr.4.1 Jednotrubková soustava: A) se zkratem; B) průtočná [2]

## 4.2 Teplovodní otopná soustava dvoutrubková

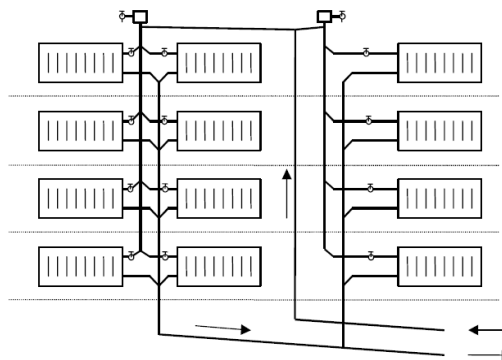
U této soustavy jsou tělesa navzájem propojena paralelně a všechna otopná tělesa pracují v podstatě se stejným parametrem otopné vody, tím je zaručena dobrá regulace. Proto je tento způsob nejpoužívanější.

Jsou dva způsoby montáže dvoutrubkové soustavy:

- soustava s dolním rozvodem (viz obr. 4.2)
- soustava s horním rozvodem (viz obr. 4.3)



Obr. 4.2 Soustava s dolním rozvodem[2]

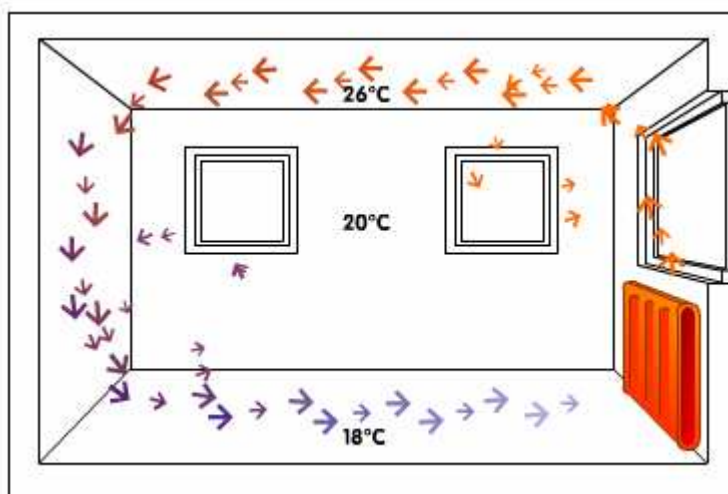


Obr. 4.3 Soustava s horním rozvodem[2]

Modernější řešení otopné soustavy je rozdělení na bytové sekce, které umožňuje přímo měřit spotřebu tepla pro jednotlivé byty. Tento způsob je řešen tak, že v domě je jedno, a to společné, stoupací a vratné potrubí. Z tohoto potrubí jsou odbočky k jednotlivým rozdělovačům, které obsahují měřič tepla pro jednotlivé byty. Tato metoda má nespornou výhodu při opravě, kdy se nemusí vypouštět celé stoupačky, ale vypustí se jen křídlo konkrétního bytu.

## 4.3 Tradiční topná tělesa – deskový radiátor

V rámci teplovodních soustav se nejčastěji používají tradiční topná tělesa, tzv. radiátory. U deskového radiátoru není cirkulace ohřátého vzduchu ideální (vizualizace obr. 4.4), protože radiátor nedokáže zabezpečit rovnoměrné rozložení teplot. Teplý vzduch stoupá vzhůru a ochlazený klesá k podlaze. Cirkulace takto ohřátého vzduchu způsobuje víření prachu.

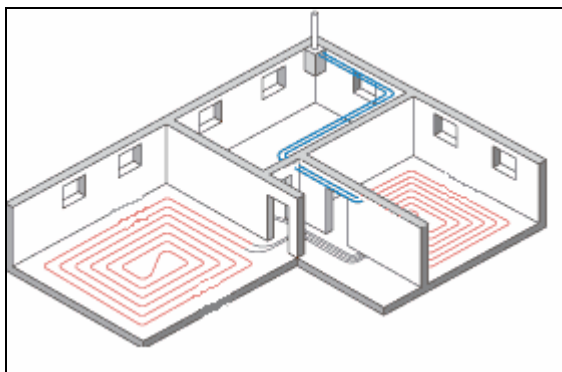


Obr.4.4 Cirkulace vzduchu u klasického radiátoru [15]

## 4.4 Podlahové vytápění

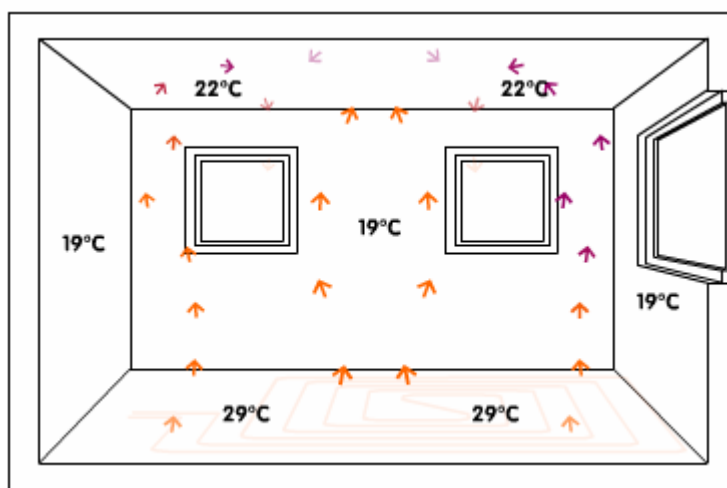
Podlahovému vytápění se věnují články [8], [10].

Systém otopných trubek je zabudován po celé ploše v podlaze místnosti (Obr. 4.5). Realizace tohoto vytápění je mnohem náročnější než u klasického radiátoru, proto se podlahové vytápění využívá především v novostavbách. Velké otopné plochy zvýší podíl sálání tepla a se tím dosáhne optimálního komfortu v místnosti.



Obr. 4.5 Systém otopných trubek podlahového vytápění

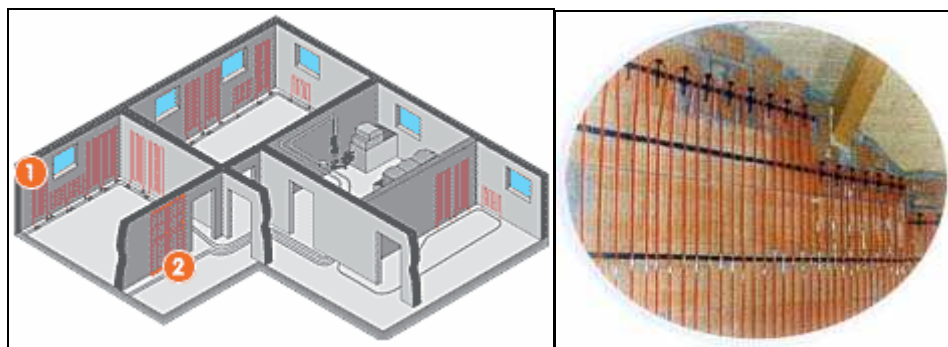
Na obrázku (obr. 4.6) je vizualizace cirkulace tepla v místnosti za použití podlahového vytápění. Teplota v místnosti je rozložena rovnoměrně. Největší teplota je u podlahy a u stropu, naopak nižší je v prostoru, kde se pohybujeme, což způsobí, že můžeme mít nastavenou teplotu o 2 až 3 stupně nižší než u klasických radiátorů a bude zachován optimální komfort. Když toto započítáme do celkových ročních nákladů na vytápění, tak tyto náklady klesnou o 8 až 10%.



Obr. 4.6 Cirkulace vzduchu u podlahového vytápění

## 4.5 Stěnové vytápění

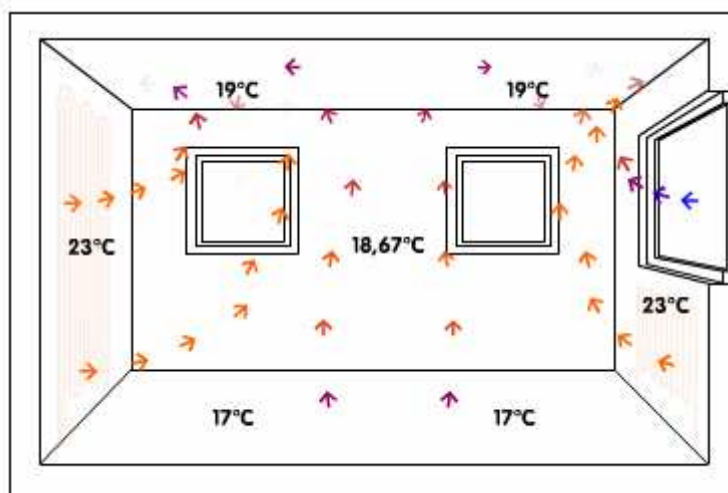
Principem stěnového vytápění je zabudování topných trubek do stěny pod tenkou vrstvou omítky (obr. 4.7). Z této stěny se stává plošné otopné těleso zahřáté zhruba na 35 stupňů. Ohřátá stěna předává díky sáláním teplo do místnosti a ohřívá ostatní stěny, podlahu a strop. Podobně jako u podlahového vytápění máme velkou otopnou plochu a tím se sníží náklady na vytápění za subjektivně srovnatelné tepelné pohody [9].



Obr. 4.7 Systém otopných trubek stěnového vytápění [9]

Výhodou stěnového vytápění je hygiena provozu, protože nedochází k zviření prachu na otopném tělese. Tenká vrstva omítky pomáhá zvyšovat rychlost regulace, tzn. umožňuje pružnější reakci na regulační zásah.

Stěnové vytápění je možno využít i pro chlazení.



Obr. 4.8 Cirkulace vzduchu u stěnového vytápění [15]

Maximálně efektivní cirkulace a tím i dosažení tzv. tepelné pohody je pomocí stěnového (obr. 4.8) a poté podlahového vytápění (obr. 4.6). Tyto typy se používají při stavbě nových bytů a u rekonstrukce bytu se toto řešení nepoužívá, protože je nákladné a byl by to velký zásah do konstrukce budovy při budování nových topných rozvodů. Proto se při rekonstrukci používá klasický radiátor, u kterého je sice horší cirkulace, ale v poměru s náklady na výstavbu se toto řešení stále vyplatí.

## 5. REGULACE VYTÁPĚNÍ

**Cílem regulace**, aby regulovaná veličina byla v každém časovém okamžiku stejná jako žádaná (řídící) veličina w [18].

Regulace vytápění je dalším důležitým faktorem pro snižování nákladů na vytápění, ale je také nezbytná pro tepelnou pohodu v bytě. Dříve se v panelových bytech regulovala teplota především otevíráním oken, ale tento způsob regulace je nevýhodný jak z pohledu, že si nemůžeme nastavit teplotu jakou chceme, ale také je tento způsob značně nevhodný.

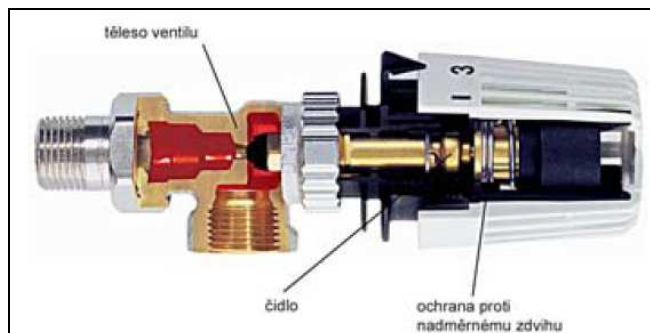
V bytových domech vytápěných ústředně se regulace provádí ve dvou úrovních, a to ve zdroji tepla (řízení teploty topné vody) a v bytě pomocí ventilů, které jsou umístěny na otopném tělese. Regulaci se věnuje celá řada publikací [1], [3], [5], [11], [12], [16].

### 5.1 Termostatický ventil

Nejčastější způsob regulace je pomocí termostatických ventilů (obr. 5.1), které jsou umístěny přímo na radiátoru. Pomocí těchto ventilů nastavíme mechanicky potřebnou teplotu v každé místnosti. Tento způsob regulace se začal hromadně používat především v bytových domech. Ventil automaticky reaguje na teplotu v místnosti, když se teplota v místnosti zvýší například slunečním zářením, ventil zredukuje průtok otopné vody a tím zamezí přetopení místnosti.

Instalací těchto ventilů v kombinaci s regulátorem výkonu kotle se dá ušetřit až 20% tepla.

Jeden termostatický ventil s hlavicí stojí cca 1400 Kč.



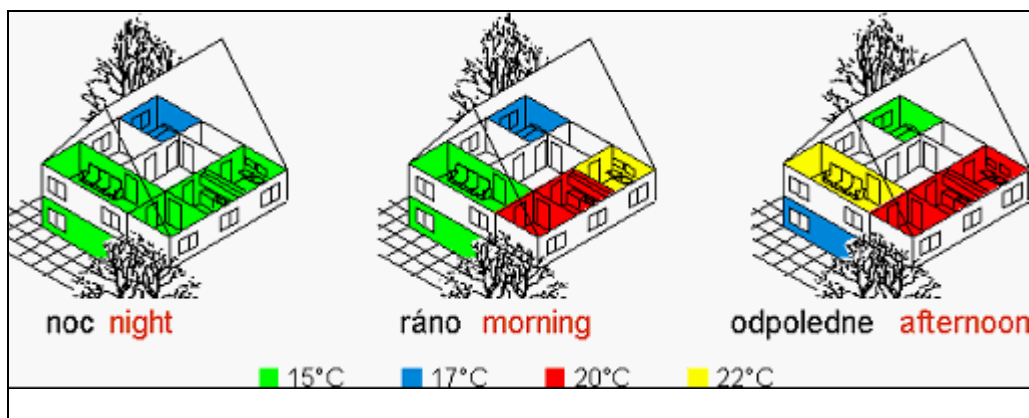
Obr. 5.1 Řez termodynamickým ventilem



## 5.2 Individuální řízení vytápění

Nejhospodárnější a nejefektivnější regulací vytápění je tzv. systém IRC (Individua room control) realizovaný pomocí počítače a příslušného software. Způsob vytápění je definován programem samostatně pro každou místnost a denní dobu.

Jako názorný příklad můžeme uvést rodinný dům (obr. 4.2), kde po ránu zvýšíme teplotu v ložnici, jídelně a kuchyni. Poté může nastat teplotní útlum, protože dům zůstává prázdný. Odpoledne se přitopí v obývacím pokoji a poté i v kuchyni a koupelně. Na noc se opět sníží teplota v každé místnosti.



Obr. 5.2 Příklad individuálního vytápění místností

U této regulace musí být v každé místnosti tepelný snímač, který je napojen na centrální počítač, kde se nastavuje teplota pro jednotlivé místnosti. Na tento počítač můžeme pro zvýšení úspornosti připojit vazbu na povětrnostní data nebo vazbu na přítomnost osob, se kterou můžeme ovládat osvětlení v místnostech.

U tohoto systému regulace se dosáhne 20 až 40% úspor energie.

## 5.3 Rozúčtování nákladů na vytápění mezi konečné spotřebitele

Jak uvádí [4], [13], rostoucí počet sporů nájemníků popř. vlastníků bytů o rozúčtování nákladů na vytápění a ohřev teplé užitkové vody, kdy má každý spotřebitel jinou spotřebu topné energie důsledkem nastavení jiné teploty např. na termostatickém ventilu nebo intenzivnějšího větrání okny, vedl k vydání vyhlášky č. 372/2001 Sb., která stanovuje pravidla na rozúčtování nákladů na tepelnou energii mezi konečné spotřebitele.

### Možnosti měření tepla v bytových domech

Používá se několik způsobů měření tepelné energie bytového domu vzhledem k rozúčtování tepla:

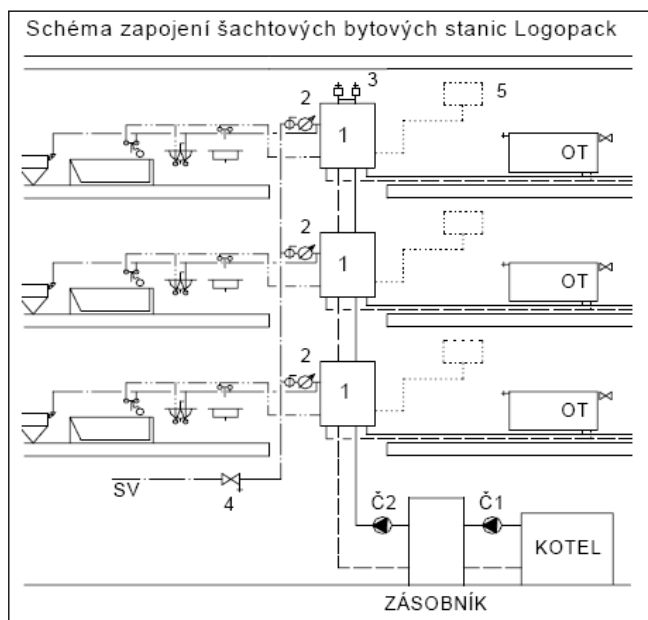
#### 1) ústřední vytápění pro celý bytový dům

- a) s měřením spotřeb tepla poměrovými měřidly nebo kalorimetry v bytech
- b) s využitím bytových stanic (např. LOGOTHERM )
- c) s využitím systému s integrovanou akumulací tepla

#### 2) samostatný zdroj tepla pro každý byt

**Bytové stanice (LOGOTHERM) [4]**

Tento způsob vytápění bytového domu je díky samostatné regulaci a měření energie pro každou bytovou jednotku zvlášť nejspravedlivější vzhledem k rozúčtování nákladů na celý panelový dům. V kotelně se připraví topná voda (nebo se přivede pomocí CZT), která se společně se studenou vodou rozvádí po celém domě do stanic LOGOPACK u každého bytu.



## LEGENDA

- 1 – Stanice LOGOPACK
- 2 – Vodoměr studené vody
- 3 – Přepouštěcí jednotka s cirkulační propojkou a odvzdušněním
- 4 – Uzavírací armatura s vypouštěním
- 5 – Vyvažovací armatury okruhu teplé vody

Výhody bytových stanic:

- regulace je individuální podle potřeb uživatele
- malé prostorové nároky,
- možnost mimosezónního přitápění

Z pohledu rekonstrukce se toto řešení nedoporučuje, jak už kvůli vysokým pořizovacím nákladům, tak pro velký zásah do konceptu budovy.

**Samostatný zdroj tepla v bytě [4]**

Umístění zdroje tepla přímo v bytě má nespornou výhodu, v tom že uživatelé bytů mají přímou kontrolu nad spotřebou tepla na vytápění. U tohoto druhu vytápění může docházet k tepelným tokům mezi sousedními byty, proto je důležitá mezibytová izolace. Naopak výhodou je poměrně nízká pořizovací cena.



## 6. PŘÍKLAD SNÍŽENÍ NÁKLADŮ NA VYTÁPĚNÍ

### Příklad snížení nákladů na vytápění při realizaci jednotlivých složek rekonstrukce

Komplexní zateplení domu s výměnou oken a dveří	více než 30%
Regulace termostatickými ventily	až 20%
Zvolení vhodného otopného tělesa	10%

Celkovou rekonstrukcí domu se sníží náklady na vytápění až o polovinu.

Nejnáročnější položkou na financování je zateplení domu, u kterého je zpravidla návratnost 30 až 40 let. Mnohem příznivější návratnost je například instalací termostatických ventilů.

### Příklad ekonomického přínosu termostatických ventilů [17]

Zvolen třípokojový byt, ve kterém jsou instalovány 4 otopné radiátory a v koupelně trubkový topný registr. Regulační ventily s termostatickými hlavice byly instalovány na každém ze 4 radiátorů, v koupelně termostatická hlavice instalována není. Vstupní údaje pro určení návratnosti investice jsou:

- Náklady na instalaci čtyř termostatických ventilů činily cca 5 500 Kč (cca 1380 Kč/1 TV).
- Průměrná roční spotřeba tepla na vytápění bytu: 52 GJ/rok.
- Průměrná cena tepla: 332 Kč/GJ
- Roční průměrné náklady na ÚT: 17 264 Kč/rok
- Úspora tepla v celém domě dosažená po instalaci termostatických ventilů 20%
- Úspora nákladů na vytápění posuzovaného bytu:  $17\,264 \times 0,2 = 3452,8$  Kč/rok
- Návratnost investice na termostatické ventily:  $5\,500 \text{ Kč} : 3452,8 \text{ Kč/rok} = \mathbf{1,6 \text{ roků}}$

Z uvedeného příkladu je zřejmé, že už jen samostatná instalace termostatického ventilu se promítne do spotřebované energie poměrně velkým dílem, a tím i do nákladů na vytápění.

## 7. ZÁVĚR

Návrh nejvhodnějšího a současně ekonomicky nejvýhodnějšího způsobu vytápění ve stávajících bytových domech není jednoznačně daný. Souvisí a závisí na mnoha faktorech, tj. jiný způsob vytápění zvolíme ve velkých městech, kde je možnost napojit se na CZT, jiný způsob navrhujeme ve městech menších, malých a v obcích, kde tato možnost neexistuje. Zde lze řešit vytápění těchto domů zejména zemním plynem, s ohledem na jeho dostupnost a cenu. Vytápění elektrickou energií představuje nejdostupnější zdroj tepla. Který s ohledem na rychlý růst cen elektrické energie, použijeme opravdu pouze tam, kde není jiný zdroj dostupný a kde je jednou z rozhodujících podmínek volby topného media i ochrana ovzduší.

Po výběru topného media je dalším důležitým krokem při řešení rekonstrukce vytápění ve stávajících bytových domech volba vhodného systému zateplení budovy, volba druhu otopných těles a nejvhodnějšího způsobu regulace s ohledem na dispoziční řešení jednotlivých bytů.

Dalším rozhodujícím faktorem, který hraje velkou roli při vlastním rozhodování o rekonstrukci topení, jsou ekonomické možnosti vlastníků bytů či domů.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Kolektiv autorů, *Vše o úsporách energií*, roč. 1/2008, Nakladatelství JAGA, 159s
- [2] Holý M., Lacko B.: *Integrovaná nevýrobní automatizace*, VUT Brno 2003, 61s.
- [3] Ing. Kunc, J.: Úspory energie a komfort v systémových instalacích ABB. *Automatizace*. Listopad 2006, roč. 49, s. 735-736
- [4] Koverdynsky, V.: *Vytápění bytových domů a měření spotřeby tepla*, Brno
- [5] Vlach, J.: *Individuální regulace vytápění jednotlivých místností a její možnosti*, Energetika 12/2004
- [6] Urban, M., Kabele, K., Adamovský, Kabrhel, Musil, R.: *Praktická aplikace metodiky hodnocení energetické náročnosti budov*. Zveřejněno dne: 21.1. 2008.[cit. 18.4. 2008]. Dostupné z < <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4599&h=219&pl=39> >
- [7] Urban, M.,Kabele, K., Adamovský, Kabrhel, Musil, R.:*Popis metodiky výpočtu hodnocení energetické náročnosti budov podle vyhlášky 148/2007 Sb.* Zveřejněno dne: 6.8. 2007. [cit. 18.4 2008]. Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=4274&h=8&pl=39>>
- [8] *Návody a doporučení – podlahové vytápění*. [cit. 26.4. 2008] Dostupné z <<http://www.domovniinstalace.cz/index.php?str=3>>
- [9] Materiál firmy KKH Brno. *Stěnové vytápění*, Zveřejněno dne: 31.12.2005. [cit. 26.4. 2008]. Dostupné z <<http://www.vsekolembydleni.cz/clanek.php?id=21&hash=&UID=&L=cz>>
- [10] *Podlahové vytápění*. [cit. 26.4. 2008]. Dostupné z <<http://www.podlahovetopeni.cz/>>
- [11] Kváčková, M., *K čemu jsou dobré termostatické ventily*, Zveřejněno dne:16.8.2007, [cit. 10.5. 2008], Dostupné z <<http://www.svet-bydleni.cz>>
- [12] I & CS spol. s r.o., *Individuálně řízené vytápění budov*, [cit. 12.5. 2008], Dostupné z <<http://www.regulace.info/irc.html>>
- [13] Cíkhart, J., *Pravidla rozúčtování nákladů na tepelnou energii pro vytápění mezi konečné spotřebitele*, Zveřejněno dne: 3.9. 2004, [cit. 14.5. 2008], Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2123&h=30>>
- [14] *Konstrukce a popis eurookna*, [cit. 15.5. 2008], Dostupné z <http://www.kadlcik.com/vadeo/?id=vyrobky&id2=eurookna&id3=konstrukce-a-popis>
- [15] Studýnková, N., *Teplo domova*, Zveřejněno dne:27.3. 2007, [cit. 15.5.2008], Dostupné z <<http://www.sever.cz/text.asp?clanek=3051>>

- [16] Státní energetická inspekce, *Význam uplatňování termostatických ventilů a jejich přínos*, Zveřejněno dne: 29.11.2004, [cit. 18.5.2008],  
Dostupné z <<http://www.tzb-info.cz/t.py?t=2&i=2273>>
- [17] Dow Building Solution, *Vnitřní tepelná izolace nových budov a rekonstrukce starých budov*, [cit. 18.4.2008],  
Dostupné z <<http://building.dow.com/styrofoam/europe/cz/app/sten/vnit.htm>>
- [18] ČVUT – FSI, *Teorie automatického řízení*, Zveřejněno dne: 20.5. 2006,  
[cit. 14.4.2008], Dostupné z <[http://tar.fs.cvut.cz/tar1/tar1\\_21.php](http://tar.fs.cvut.cz/tar1/tar1_21.php)>
- [19] Campaning City, *Elektrické topení*, [cit. 12.4. 2008], Dostupné z  
<<http://www.campingcity.cz/plugins/shop/shop.php?124.5.&detail=3633>>
- [20] Expos, [cit. 12.4.2008], Dostupné z <<http://www.iexpos.cz/12262-12dor-s.html>>